

IDENTIFIKASI KUALITAS GAS SO₂ DI DAERAH INDUSTRI PENGECORAN LOGAM CEPER

Oleh : Wiharja ^{*)}

Abstrak

Di Kecamatan Ceper, Kabupaten Klaten telah lama berkembang industri pengecoran logam. Untuk mengantisipasi pengaruh aktifitas industri tersebut terhadap kualitas udara disekitarnya, khususnya konsentrasi SO₂ maka penelitian ini dilakukan. Penelitian ini mengungkapkan bahwa konsentrasi gas SO₂ udara ambient di wilayah pengecoran logam masih jauh dibawah nilai ambang batas yang diperlukan, sehingga keberadaannya tidak menimbulkan pengaruh negatif terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat disekitarnya.

Katakunci : Kualitas SO₂, Udara ambien, dan Pengecoran logam.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sejak jaman dahulu, di Kecamatan Ceper, Kabupaten Klaten Jawa Tengah, telah berkembang industri pengecoran logam yang dilakukan oleh masyarakat. Pada saat ini terdapat sekitar 300 pengusaha pengecoran logam, yang sebagian besar masih menggunakan teknologi konvensional dan belum memperhatikan masalah lingkungan.

Dengan teknologi tersebut, produk yang dihasilkan masih berupa besi tuang, seperti produk rumah pompa, lampu penerangan jalan seni, meja-kursi antik, komponen mesin kendaraan, blok canvas rem kereta serta produk alat-alat berat. Pada perkembangannya, saat ini penggunaan teknologi tungku induksi dengan menggunakan listrik telah dipergunakan oleh beberapa industri untuk menghasilkan produk berupa baja cetak. Kendala yang ada adalah belum dikuasainya teknologi induksi sehingga hasilnya masih banyak yang gagal (*reject*), serta membutuhkan investasi yang cukup besar.

Dampak lain dari keterbatasan pengetahuan dan penggunaan teknologi konvensional di industri pengecoran logam Ceper ini, adalah semakin memburuknya kondisi lingkungan di wilayah industri dari hari ke hari. Secara fisik dampak lingkungan ini telah dirasakan oleh sebagian besar masyarakatnya, seperti warna air sumur yang

berubah kekuning-kuningan, udara yang semakin tidak segar dan lain-lain.

Meskipun demikian, sampai saat ini penelitian mengenai masalah lingkungan, khususnya terhadap kualitas lingkungan dan dampak terhadap kesehatan manusia masih sangat minim. Teguh dkk.⁽²⁾, telah mengidentifikasi kualitas debu dalam udara ambien pada lokasi industri pengecoran logam tersebut. Sebagai kelanjutan dari penelitian sebelumnya, dalam tulisan ini telah diidentifikasi kualitas gas SO₂ yang merupakan salah satu komponen penyebab timbulnya pencemaran dan penurunan kualitas udara, disamping komponen debu beserta kandungan logamnya, NO₂, dll.

1.2. Tinjauan Pustaka

Udara adalah suatu kesatuan ruangan, dimana makhluk hidup berada di dalamnya. Udara atmosfer merupakan campuran gas yang terdiri dari sekitar 78% Nitrogen, 20% oksigen, 0,93% Argon, 0,03% Karbon monoksida dan sisanya terdiri dari Neon, Helium, Metan dan Hidrogen. Udara dikatakan "normal " dan dapat mendukung kehidupan manusia, apabila komposisinya seperti tersebut diatas. Sedangkan apabila terjadi penambahan gas lain, apalagi yang menimbulkan gangguan serta perubahan dari komposisi, maka dikatakan udara sudah tercemar.

Pencemaran udara adalah adanya atau masuknya salah satu atau lebih zat pencemar

^{*)} Peneliti pada Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan – Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

di udara, dalam jumlah dan waktu tertentu, yang dapat menimbulkan gangguan pada manusia, hewan, tumbuhan, dan benda-benda lainnya. (Undang-undang no 4 tahun 1982 tentang pokok-pokok pengelolaan lingkungan hidup).

Secara umum terdapat 8 parameter pencemar udara yaitu, debu, NH_3 , Pb, CO, SO_2 , hidrokarbon, NO_x , dan H_2S , yang secara bersamaan maupun sendiri-sendiri memiliki potensi bahaya bagi lingkungan, yang meliputi dampak bagi kesehatan masyarakat, hewan, tanaman maupun bagi material (benda) seperti bangunan, logam dll.

Gas SO_2 (sulfur dioksida), merupakan gas polutan yang banyak dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil yang mengandung unsur belerang seperti minyak, gas, batubara, maupun kokas. Disamping SO_2 , pembakaran ini juga menghasilkan gas SO_3 , yang secara bersama-sama dengan gas SO_2 lebih dikenal sebagai gas SO_x (sulfur oksida).

Akibat utama pencemaran gas sulfur oksida, khususnya SO_2 terhadap manusia adalah terjadinya iritasi pada system pernapasan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa iritasi tenggorokan terjadi pada konsentrasi SO_2 sebesar 5 ppm atau lebih. Bahkan pada beberapa individu yang sensitive, iritasi sudah terjadi pada paparan 1-2 ppm saja. Untuk penderita yang mempunyai penyakit kronis pada system pernapasan dan kardiovaskular dan lanjut usia gas ini merupakan polutan yang berbahaya karena dengan paparan yang rendah saja (0,2 ppm) sudah dapat menyebabkan iritasi tenggorokan. Lebih lengkap, pada Table 1 ditunjukkan pengaruh SO_2 dalam berbagai kadar (ppm) terhadap kesehatan manusia.

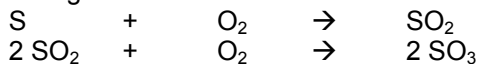
Tabel 1. : Pengaruh Gas SO_2 Terhadap Manusia

Kadar (ppm)	Dampaknya terhadap manusia
3 ~ 5	- Jumlah minimum yang dapat dideteksi baunya
8 ~ 12	- jumlah minimum yang segera mengakibatkan iritasi tenggorokan
20	- Jumlah minimum yang mengakibatkan iritasi pada mata - Dapat menyebabkan batuk - Jumlah maksimum yang diperbolehkan untuk paparan yang lama
50 ~ 100	- Jumlah maksimum yang diperbolehkan untuk paparan yang singkat (+ 30 menit)
400 ~ 500	- Sudah berbahaya walaupun dalam paparan yang singkat

Sumber : Philip Kristanto, Ekologi Industri, Edisi Pertama cetakan pertama, 2002.⁽²⁾

Disamping dampak terhadap kesehatan manusia tersebut, polutan ini juga berpengaruh negatif pada benda-benda maupun tanaman melalui pembentukan hujan asam.

Secara umum, proses pembentukan gas sulfur oksida hasil pembakaran bahan bakar fosil mengikuti mekanisme reaksi sebagai berikut :

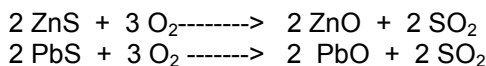


Dari hasil pembakaran ini, jumlah SO_2 selalu akan lebih besar dari jumlah SO_3 , karena pembentukan SO_3 sangat dipengaruhi oleh kondisi reaksi seperti suhu dan jumlah O_2 , dan biasanya tidak lebih dari 10 % jumlah pembentukan gas Sulfur oksida.

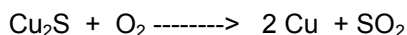
Meskipun pembakaran bahan bakar fosil oleh manusia merupakan salah satu sumber emisi SO_2 ke udara, namun diperkirakan jumlah emisi ini hanya sepertiga dari total emisi SO_2 yang ada. Penyumbang terbesar dari polutan ini adalah berasal dari aktivitas alam seperti dari letusan gunung berapi yang menghasilkan gas H_2S . Melalui proses oksidasi di udara, selanjutnya gas H_2S ini berubah menjadi gas SO_2 .

Selain sumber-sumber emisi dari hasil pembakaran bahan bakar fosil di atas, industri pengolahan hasil tambang, seperti Industri peleburan baja merupakan industri terbesar yang menghasilkan SO_x . Hal ini disebabkan karena elemen yang penting secara alami terdapat dalam bentuk logam sulfida seperti tembaga (CuFeS_2 dan Cu_2S), Seng (ZnS), merkuri (HgS), dan timbal (PbS). Di samping itu sulfur merupakan kontaminan yang tidak dikehendaki dalam logam dan biasanya lebih mudah menghilangkan sulfur dari permukaan logam yang kasar dibandingkan menghilangkannya dari produk metal yang lain.

Beberapa reaksi yang terjadi pada proses peleburan logam adalah sbb :

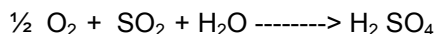


Untuk produksi tembaga, penanganan CuS akan membentuk metal melalui reaksi :



Dari reaksi ini tampak bahwa, SO_2 juga dihasilkan dari hasil samping industri logam.

Lebih jauh, gas SO₂ ini telah menimbulkan hujan asam sebagai hasil reaksi :



yang menghasilkan pH air hujan cenderung rendah (pH < 7).

Untuk mengurangi dampak lingkungan yang diakibatkan oleh gas SO₂ sebagai hasil aktivitas manusia, perlu adanya upaya pencegahan secara terus menerus untuk menurunkan kadar emisi gas ini hingga pada kadar dibawah nilai ambang batas yang diijinkan. Salah satu upaya pencegahan ini dikenal sebagai pendekatan penerapan teknologi produksi bersih.

1.3. Tujuan

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kegiatan industri pengecoran logam di Ceper terhadap udara disekitarnya.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

Sebagai kelanjutan dari penelitian sebelumnya⁽¹⁾, penelitian ini dilakukan pada titik pengambilan sampel yang sama di 3 (tiga) Desa pada kecamatan Ceper yaitu Desa Tegalrejo, Desa Ngawonggo dan Desa Ceper. Penelitian difokuskan pada 9 (sembilan) titik sampling dengan masing-masing 2 (dua) kali pengukuran. Kesembilan lokasi sampling tersebut, yaitu:

A. Desa Tegalrejo

1. Laboratorium pengecoran logam
2. Rumah Lurah Tegalrejo
3. PT. Batur jaya (Dusun Batur)
4. PT. Bahama (Dusun Batur)

B. Desa Ceper

1. Dusun Jeblogan
2. Kantor Desa Ceper

C. Desa Ngawonggo

1. Rumah Lurah Ngawonggo

D. Di luar daerah industri

1. Kecamatan Delanggu (sebelah utara desa Ngawonggo)
2. Dusun Ndoyo, Desa Cetan (sebelah tenggara desa Tegalrejo)

Pemilihan titik sampling diutamakan pada wilayah-wilayah padat industri terutama industri pengecoran logam, disamping itu juga dilakukan pengambilan sampel pada daerah yang terletak di sekitar daerah industri tersebut seperti Dusun Ndoyo dan Kecamatan Delanggu. Sedangkan parameter yang diukur adalah gas SO₂.

2.2. Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 6 Juli 2001 sampai dengan 8 Juli 2001. Pengambilan sampel dilakukan secara kontinyu dari titik sampling yang satu ke titik sampling yang lain, masing-masing 2 (dua) kali pengulangan.

2.3. Metoda Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel gas SO₂ menggunakan metode pararosanilin dengan peralatan impinger³. Prinsip dari metode ini adalah berdasarkan pada absorpsi gas SO₂ dari udara pada larutan penyerap kalium tetra kloromercurat (TCM). Dalam hal ini terbentuk kompleks diklorosulfito mercurat yang tahan oksidasi udara. Selanjutnya kompleks tersebut kemudian direaksikan dengan pararosanilin dan formaldehida membentuk asam pararosanilin metil sulfonat yang berwarna. Intensitas warna yang terjadi diukur dengan spektrofotometer yang dihubungkan langsung dengan jumlah SO₂ yang ada dalam sample udara yang telah diambil.

Metode pengukuran tersebut berdasarkan reaksi Schiff yang dapat mengukur konsentrasi SO₂ pada kisaran 25 ~ 1000 µg/m³ pada laju aliran sample udara yang sama, sedangkan untuk yang lebih kecil dari 25 µg/m³ dapat diukur dengan volume sample udara yang lebih besar. Kisaran kerja absorpsi antara 0,03µg ~ 1,00µg atau 0,8 µg ~ 27 µg ion sulfit pada larutan 25 ml dengan mengikuti hukum beer.

Dalam udara sample tersebut juga terdapat kandungan zat zat yang lain yang dapat mengganggu pengukuran kadar gas SO₂, diantaranya ialah, NO_x, O₃, Fe, Mn, Cr. Gangguan dari gas yang lain dapat dicegah dengan jalan :

- NO_x dapat dihilangkan dengan asam sulfanat (HNSO₃H)
- O₃ dapat dihilangkan dengan memperlambat waktu sampling.
- Fe, Mn, Cr dapat dihilangkan dengan Na₂EDTA dan asam fosfat, sedikit 60 µg

Fe^{3+} , 10 μg Mn, 10 μg Cr^{3+} dapat ditolerir dengan pereaksi absorpsi 10 ml.

Rumus Perhitungan Konsentrasi :

$$\mu\text{g SO}_2 / \text{m}^3 = \frac{(A - A_0) (B_s)}{V_r} \times D \quad (1)$$

Dimana :

- A = Absorbansi sample
- A_0 = Absorbansi pereaksi blanko
- V_r = Volume udara terkoreksi pada 25°C dan 760 mmHg (m^3)
- B_s = Faktor kalibrasi, ($\mu\text{g}/\text{unit}$ absorbansi)
- D = Faktor pengencer, untuk sampel 30 menit dan 1 jam, D = 1, untuk sampel 24 jam, D = 10

Konsentrasi SO_2 dapat dihitung sebagai ppm SO_2 dengan cara :

$$\text{ppm SO}_2 = \mu\text{g SO}_2 / \text{m}^3 \times 3,82 \times 10^{-4} \dots (2)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mendukung penelitian ini, telah diukur beberapa data meteorologi terkait dengan waktu pengambilan sampel udara. Secara umum, kondisi meteorologi saat pengambilan sampel adalah kondisi cuaca cerah, tekanan berkisar 748,03 ~ 754,38 mmHg, suhu 31 ~ 38°C, kelembaban 46 ~ 77%, dan kecepatan angin rendah (dibawah 60 m/menit).

Hasil perhitungan kadar SO_2 secara lengkap untuk masing-masing lokasi disajikan dalam tabel 2.

Dari tabel tersebut tampak bahwa pada seluruh titik pengambilan sampel, kadar SO_2 yang dihasilkan masih jauh dari nilai ambang batas yang diperbolehkan yaitu 260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Hasil ini sangat berbeda dengan hasil identifikasi kualitas debu yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya⁽¹⁾. Hasil penelitian sebelumnya pada lokasi yang sama, telah memberikan gambaran bahwa pada beberapa wilayah di dalam kawasan industri pengecoran logam ini, tingkat pencemaran debu yang diduga bersumber dari aktifitas pengecoran logam telah melampaui nilai ambang batas yang ditentukan. Lokasi-lokasi ini, yaitu lokasi Rumah Lurah Ngawonggo, PT Bahama, dusun Batur) dan dusun jeblogan⁽¹⁾. Tingginya tingkat pencemaran debu ini, diduga erat berkaitan dengan konsentrasi industri

pengecoran logam yang hampir 50% berada di dusun Batur, Desa Tegalrejo.

Lebih lanjut, untuk mengetahui perbedaan pengaruh kedua variabel ini terhadap kualitas udara ambien, dalam penelitian ini dicoba melakukan uji korelasi menggunakan uji statistik (uji-t) terhadap data kualitas SO_2 dan debu. Hasil pengujian terhadap data analisa SO_2 dan debu pada masing-masing lokasi dihasilkan nilai korelasi 0,032 yang berarti bahwa data hasil pengukuran antara SO_2 dan debu mempunyai derajat korelasi yang sangat rendah atau dapat dikatakan tidak ada korelasinya.

Tabel 2. Jumlah Industri Di Wilayah Industri Pengecoran Logam Ceper

Lokasi Pengambilan Sampel	Jumlah Industri/ Desa	Kadar ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)*	
		SO_2	Debu ⁽¹⁾
Desa Tegalrejo	134		
➤ Laboratorium pengecoran logam		7,1 7,3	205,7 140,3
➤ Rumah Lurah Tegalrejo		1,4 1,6	108,2 119,5
➤ PT. Batur jaya (Dusun Batur)		9,3 9,0	191,0 220,2
➤ PT. Bahama (Dusun Batur)		7,3 5,7	458,3 454,6
Desa Ceper	40		
➤ Dusun Jeblogan		1,8 1,0	355,6 186,0
➤ Kantor Desa Ceper		3,9 2,0	118,8 113,5
Desa Ngawonggo	38		
➤ Rumah Lurah Ngawonggo		5,2 5,2	540,0 738,9
Di luar daerah industri	-		
➤ Kecamatan Delanggu (sebelah utara desa Ngawonggo)		8,9 8,2	101,1 167,8
➤ Dusun Ndoyo, (sebelah tenggara desa Tegalrejo)		1,4 0,0	165,4 387,1

Keterangan :

- Kadar SO_2 dan Debu terdiri dari Kadar hasil analisa pagi hari (data atas) dan analisa sore hari (data bawah).
- Standar baku SO_2 dan debu untuk udara ambien masing-masing adalah 900 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan 230 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$.⁽⁴⁾

Hasil ini memberi gambaran bahwa kedua bahan polutan ini memberikan dampak pencemaran yang berbeda terhadap lingkungan industri pengecoran logam ini. Dengan asumsi bahwa sumber emisi kedua bahan polutan ini sama, yaitu industri pengecoran logam, maka perbedaan kontribusi pencemaran lingkungan ini

disebabkan perbedaan massa kedua polutan tersebut. Polutan debu memiliki massa yang jauh lebih besar dibandingkan dengan massa gas SO_2 , sehingga sebaran partikel debu cenderung tidak jauh dari sumber emisi. Hal ini sangat berbeda dengan karakteristik SO_2 yang berupa gas. Dengan sifat gas ini maka sebaran SO_2 terdispersi dengan udara dan sangat tergantung pada kondisi udara sesaat, seperti kecepatan angin, suhu udara dll.

Selain itu, rendahnya kadar SO_2 udara ambien pada wilayah industri pengecoran logam ini juga diduga karena aktifitas pengecoran tidak banyak menghasilkan emisi gas SO_2 . Hal ini didasarkan pada fakta bahwa proses pengecoran ini digunakan bahan bakar kokas yang kandungan belerangnya sangat rendah, sehingga emisi gas SO_2 yang dihasilkan juga akan sangat kecil.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dikemukakan diatas, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Konsentrasi gas SO_2 udara ambien wilayah industri pengecoran logam di Ceper masih jauh dibawah nilai ambang batas yang ditentukan, sehingga belum berpengaruh terhadap kesehatan masyarakat sekitarnya,
2. Berbeda dengan konsentrasi debu yang sudah cukup tinggi di beberapa lokasi, rendahnya konsentrasi SO_2 ini diduga karena sebaran SO_2 jauh lebih luas dibanding dengan sebaran debu,
3. Untuk menghasilkan gambaran tentang kondisi lingkungan industri pengecoran logam ini, khususnya udara, perlu adanya penelitian lanjutan terhadap kualitas Nox, bahan oksidan, kandungan logam-logam berbahaya dalam debu. dll.

DAFTAR PUSTAKA

1. Prayudi T dan Susanto J.P. 2001, *"Kualitas Debu Dalam Udara Sebagai Dampak Industri Pengecoran Logam Ceper"*, Jurnal Teknologi Lingkungan.
2. Kristanto P, 2002, *"Ekologi Industri"*, Edisi Pertama, Cetakan Pertama.
3. Khasani, S. I. 1995, *Peralatan Impinger, Kalibrasi dan Aplikasinya*, Kursus Teknik Analisa Debu dan Gas Berbahaya, Bandung.

4. Peraturan Pemerintah RI Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara.
5. Parker, 1981. *Air Pollution*. John Willey & Sons, New York.
6. Perry R.H, 1984. *Chemical Enggineering Hand Book*, Sixth edition.